

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
PREDDIPLOMSKI STUDIJ AKVAKULTURA

Lucia Stipičević

Kartiranje morskog otpada na otoku Lokrumu

ZAVRŠNI RAD

Dubrovnik, 2018.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
PREDDIPLOMSKI STUDIJ AKVAKULTURA

Lucia Stipičević

Kartiranje morskog otpada na otoku Lokrumu

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Marijana Pećarević

Komentor:

dr. sc. Marija Crnčević

Dubrovnik, 2018.

Ovaj završni rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Marijane Pećarević, u sklopu preddiplomskog studija Akvakultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku te uz pomoć dr. sc. Marije Crnčević, stručne voditeljice Javne ustanove Rezervat Lokrum.

SAŽETAK

Kartiranje morskog otpada na otoku Lokrumu

U ovom radu glavna tema istraživanja je morski otpad i njegova raspodjela na području otoka Lokruma koji se nalazi u južnom Jadranu, točnije u blizini grada Dubrovnika. Istraživanje je provedeno na više lokacija na otoku, počevši od pristaništa do teže pristupačnih lokacija poput stijena i klifova, te neizostavnih plaža atraktivnih posjetiteljima. Tijekom dvije akcije prikupljanja morskog otpada u travnju 2017. i rujnu 2018. prikupljani su podaci o količini i vrstama otpada na svakoj od lokacija. Utvrđeno je da veliki utjecaj na raspodjelu morskog otpada na različitim lokacijama imaju čimbenici poput korištenja lokacije u rekreativne svrhe (plaže), korištenje lokacija u svrhu broskog pristaništa, te izloženost morskim strujama određenih lokacija. Primjećena je razlika u količinama otpada u travnju 2017. i u rujnu 2018.; veće količine su zabilježene u rujnu, nego u travnju dok su oscilacije u zabilježenim vrstama morskog otpada između ta dva vremenska razdoblja minimalne.

Ključne riječi: morski otpad/ otok Lokrum/ kartiranje

ABSTRACT

Mapping of marine litter on Lokrum island

In this thesis the main research subject is marine litter and its distribution on the island of Lokrum which is situated in the southern Adriatic sea, near the city of Dubrovnik. The research was conducted at multiple locations on the island ranging from ports, hard to access areas such as rocky shores and cliffs, to accessible beaches mainly used by visitors. Cleanup activities were organised in two different time periods: the first one in april 2017., and the second one in september 2018.. In these two cleanup activities the types and the weight of marine litter that was collected on each of the locations were obtained. It has been noticed that a few factors have impact on the distribution of marine litter, such as the potential of the location to be used by the public in the form of recreational activities (beaches), or in the form of using the location as a port, and the exposure of locations to sea currents. The results from this research imply that there is a difference between the amount of the collected marine litter in april 2017. and in september 2018., notably more marine litter was collected in september 2018. than in april 2017.. The differences in types of marine litter collected in both cleanup activities were minimal.

Keywords: marine litter/ Lokrum island/ mapping

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Morski otpad u Mediteranu	3
1.2. Morski otpad u Jadranu	4
1.3. Otok Lokrum	8
1.4. Primjeri aktivnosti prikupljanja otpada na obali i iz mora provedene na Lokrumu od 2016. do 2018.	
1.5. Edukativni program	
1.6. Edukacije	
2. MATERIJALI I METODE	12
3. REZULTATI	15
4. RASPRAVA	21
5. ZAKLJUČAK	22
6. LITERATURA	23

1. UVOD

Zbog povećanja antropogenih utjecaja na morski okoliš, javlja se problematikaorskog otpada koja je posljednjih godina u sve većem porastu na globalnoj razini. Morski otpad je otpad u morskom okolišu i obalnom području u neposrednom kontaktu s morem koji nastaje ljudskim aktivnostima na kopnu ili moru, a nalazi se na površini mora, u vodenom stupcu, na morskom dnu ili je naplavljen (Zakon o održivom gospodarenju otpadom NN 94/2013, 73/2017). Sam izraz „morski otpad“ ne daje ispravnu sliku o problematici ni porijeklu otpada, te znanstvenici i struka češće koriste izraze poput „otpad u moru“ ili „otpad iz mora“. Odabir izraza koji biva korišten ovisi o pojavljivanju otpada koji može biti na morskom dnu, u stupcu morske vode i plutajućo otpad na površini ili naplavljen na obalu.

Postoje dva načina dospijevanja otpada u more: direktnim unosom u more i indirektnim unosom s kopna najčešće putem rijeka, kanalizacije, odvodnje ili vjetrom. Nalazimo ga naplavljenog na obali i u svakom dijelu stupca vode: plutajući na površinu, u stupcu morske vode, i na morskom dnu. Smatra se da čak 80% otpada potječe s kopna, dok ostatak nastaje uslijed aktivnosti u moru. Kopneni izvori otpada su „divlja“ odnosno nekontrolirana odlagališta otpada gradova na obali mora ili rijeke, odvodi kanalizacije, donosi rijekama, donosi oborinskih voda i vjetra s obale, te turističke aktivnost. Morski izvori smatraju se otpadom svih vrsta sa brodova, kao posljedica djelatnosti poput ribarstva i marikulture, naftne i plinske platforme, te turističke aktivnosti kao glavni izvor. Otpad koji dospije u more, neovisno o načinu unosa, se razlikuje po podrijetlu, sastavu, obliku i veličini (Tutman i sur., 2017).

Glavne kategorijeorskog otpada su razne vrste plastike, stakla, gume, papira i obrađenog drva. Sve navedene kategorije imaju štetan utjecaj na priobalne i morske ekosustave i smatraju se kao najveći pritisak i prijetnja navedenim ekosustavima. Organizmi koji obitavaju u morskim ekosustavima najčešće ugibaju zapetljavanjem u otpad ili ingestijom istog što predstavlja prijetnju za ljudsko zdravlje i smanjuje kvalitetu iskorištavanja morske vode za marikulturu, ribarstvo ili bilo koju drugu aktivnost koja legitimno iskorištava morske resurse (UNEP, 2009).

Ukupan štetan utjecajorskog otpada na okoliš se može podijeliti na tri kategorije: društveni (1), ekonomski (2) i ekološki utjecaj (3).

Štetan utjecajorskog otpada na društvo očituje se u smanjivanju rekreacijskih, estetskih ili obrazovnih vrijednosti područja poput plaža na kojima se nagomilao morski otpad. Također, velike količineorskog otpada povećavaju rizike za ljudsko zdravlje

dolaženjem u kontakt s čvrstim otpadom (poput metala), raznim patogenima na površini otpada, i ometaju navigacijske uređaje brodova, što se može negativno odraziti na nautički turizam i brodski promet. Nagomilavanje morskog otpada negativno utječe na područja obavljanja djelatnosti sektora poput akvakulture, ribarstva, brodogradnje, turizma povećavajući troškove i smanjujući ukupan stečen profit. Također, nameću se troškovi čišćenja obale i morskog okoliša. Ne postoje sveobuhvatne procjene ukupnih troškova morskog otpada za društvo. Isto je tako teško procijeniti gubitke lokalnog gospodarstva u pogledu potencijalnih posjetitelja koji se odluče za druga odredišta.

Ekološki štetni utjecaj morskog otpada na okoliš uključuje smrt ili teške ozljede organizama stečene zapetljavanjem u otpad ili „ghost nets“ (odbačene ribarske mreže koje ostanu u moru), vanjske ozljede zabilježene na tijelu organizama nakon sudara sa čvršćim otpadom i ingestiju samog morskog otpada. Posebice interakcija morskih organizama s plastikom (koja se smatra „najopasnijom“ komponentom morskog otpada) rezultira gutanjem koje dovodi do začepjenja probavnog sustava organizma i unutarnjih ozljeda ili zapetljavanje u plastiku, u oba slučaja se procjenjuje da je čak više od 660 vrsta direktno ugroženo (GEF, 2012). Negativni utjecaj morskog otpada na morski okoliš očituje se i kroz kemijsko onečišćenje opasnim tvarima i teškim metalima, hidrofobna organska onečišćiva, i toksične supstance koje se nalaze u bojama na površini otpada koji se otpušta u morski okoliš. Aditivi pronađeni u plastici nazivaju se plastifikatori i dijelimo ih na: unutarnje koji se ugrađuju u strukturu plastike i vanjske koji se ne ugrađuju u strukturu i ne mijenjaju kemijski sastav polimera, te zbog toga se lakše otpuštaju u okoliš. Neki od primjera plastifikatora su ftalati, esteri ftalatne kiseline i alifatskih alkohola, koji se koriste u proizvodnji polimera polivinil klorida (poznatiji pod skraćenicom PVC). Ovakvi spojevi stvaraju probleme endokrinom sustavu kod ljudi i životinja.

Uz direktnu štetu jedinkama, morski otpad smatra se jednim od vektora unosa „stranih“, točnije, alohtonih vrsta u nova staništa, kao i promjenu struktura bentoskih zajednica uzrokovane akumulacijom morskog otpada na dnu. Prema istraživanju Browneu i sur. (2013), životinje koje nastanjuju morski sediment izrazito su ranjive i podložne štetnom utjecaju mikroplastike, koja može vezati oko sto puta veće koncentracije toksičnih spojeva nego sediment. Provedeno je istraživanje na pjeskuljama (*Arenicola marina*), točnije mnogočetinašima koji žive u pijesku i hrane se razgrađivanjem morskog sedimenta. Organizmi su bili u pijesku s 5% mikroplastike zagađene nonilfenolom, fenantrenom i triklosanom. Nonilfenol je smanjio sposobnost uklanjanja patogenih bakterija u organizmu pjeskulja za čak 60%, a triklosan je smanjio sposobnost probave sedimenta za 55%, što je

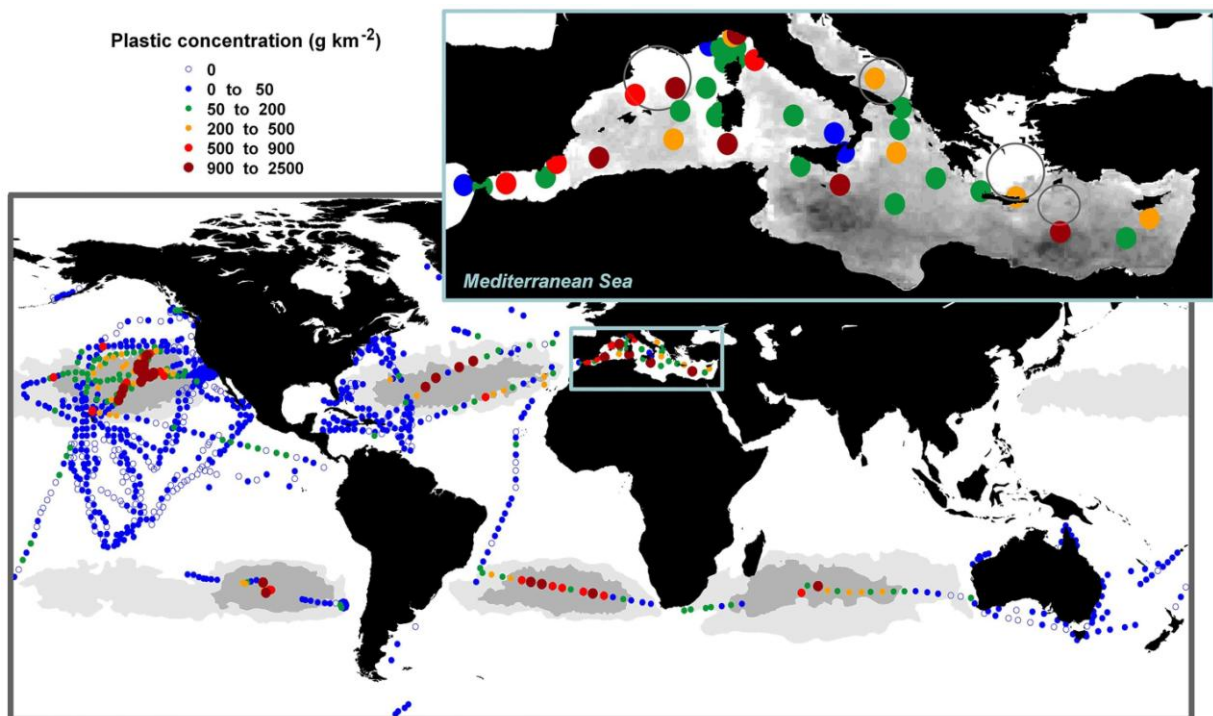
uzrokovalo povećanu smrtnost pješkulja. Iako se dio plastike spaljuje i reciklira, veliki dio završava u morskom okolišu. Procjenjuje se da je 2010. godine u svjetska mora dospjelo između 4,8 i 12,7 milijuna tona plastičnog otpada (Cauwenberghe i sur., 2015).

1.1. Morski otpad u Mediteranu

Mediteran je najpogođenija regija u svijetu s najvišim postotkom komunalnog otpada na godišnjoj razini po osobi (208 – 760 kg/godina), a količina otpada u moru povećava se do 40% za trajanja turističke sezone upravo zbog velikog broja turista koji uzrokuju više od 75% ukupnog komunalnog otpada u ljetnim mjesecima (Galgani i sur., 2014). Unos otpada uvelike ovisi o više čimbenika poput blizine urbanih područja i aktivnosti vezanih uz njih, korištenja obalnog područja, vjetra i morskih struja. Jedno od istraživanja (Leberton i sur., 2012) predviđa povećanje akumulacije plutajućeg otpada od 7 do 8 % u narednih trideset godina na području Mediterana. Na području Mediteranskih plaža podaci o sastavu morskog otpada sugeriraju da plastika (boce, vrećice, čepovi i dr.), aluminij (limenke) i staklo (boce) čine 52% prikupljenog otpada razvrstanog po kategorijama. Opušci od cigareta čine oko 40% prikupljenog otpada, što je znatno više od svjetskog prosjeka.

Studija provedena na širem mediteranskom području pokazala je da se većina otpada nalazi u rasponu gustoće od 0 do 194.6 predmeta/km² od čega su čak 95.6% vrsta plastike – polimeri s najvećim gustoćama zabilježenim u Jadranskom moru i sjeveroistočnom dijelu Sredozemnog mora (Suaria i Aliani, 2014).

Plutajući otpad se dugoročno ne akumulira ni na jednoj od lokacija, međutim, akumulira se u dubokomorskim područjima poput podmorskih mediteranskih kanjona. Abudancija plastike na morskom dnu uvelike ovisi o karakteristikama samog dna, te raspon gustoće otpada može biti od 0 do čak 100,000 predmeta/km² (Suaria i Aliani, 2014).



Slika 1. Koncentracije plastike s naglaskom na Mediteran
(Izvor: Cozar i sur., 2015.)

1.2. Morski otpad u Jadranu

Neovisno o izvoru i putu dolaska morskog otpada, on je jedan od trajnih problema svih država koje imaju izlaz na Jadransko more (Kwokal i Štefanović, 2009, 2011; Liubartseva i sur., 2016). Gustoća i prisutnost plutajućeg, točnije plastičnog otpada i otpada koji se akumulira na dnu Jadranskog mora ubraja se u najviše nakon sjeveroistočnog dijela Sredozemnog i Keltskog mora (Galgani i sur., 2000). Područje uz Jadransko more je gusto naseljeno uz visok stupanj razvoja i industrijalizacije te uz režim morskog strujanja (Cushman-Roisin i sur., 2001), problematika morskog otpada je sveprisutna (Bojanić Varezić i sur., 2015; Liubartseva i sur., 2016). Uz spomenute probleme nakupljanja otpada na morskom dnu, ugrožene su i plaže na kojima su zabilježene velike količine otpada.

Jedan od najvećih problema u Republici Hrvatskoj predstavlja otpad u obalnom i priobalnom području (na plažama, morskom dnu i stupcu morske vode) donesen morskim strujama i vjetrom iz jadranskih zemalja koje su u blizini, posebice za vrijeme loših meteoroloških i hidroloških prilika. Otpad donesen na ovaj način može činiti čak 90% udjela u ukupnoj količini otpada zabilježenog u južnom dijelu Jadrana (Kwokal i Štefanović, 2009, 2011).

U svrhu borbe protiv ove problematike u jadranskoj regiji započet je projekt procjene stanja morskog otpada u Jadranu pod nazivom „Sustav upravljanja morskim otpadom u jadranskoj regiji“ (*“Derelict Fishing Gear Management System in the Adriatic Region“*, skraćeno: *(DeFishGear)*). Provodio se u sedam država regije: Albaniji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, Grčkoj, Italiji, Sloveniji i Hrvatskoj. Glavni cilj ovog projekta bio je jačanje suradnje i poticanje zajedničkih i usklađenih akcija za Jadran bez otpada. Naglasak je bio na suradnji zemalja jadranske regije radi efikasnijeg rješavanja problema morskog otpada, te je suradnja ključna za postizanje dobrog ekološkog stanja u cijelom Jadranu do 2020. godine. Vrijednost samog projekta bila je 5.353.765 Eura, te je projekt okončan krajem rujna 2016. godine.

Projektne aktivnosti odvijale su se u okviru šest „radnih paketa“ od kojih su se prva tri odnosila na koordinaciju i međusobnu komunikaciju između institucija država sudionica, dok su ostale tri zahtjevale rad na terenu i provedbeni plan. Problem morskog otpada u kontekstu projekta nije bilo samo čišćenje, već se ovaj projekt bavio monitoringom otpada.

Unutar projekta odabrane su četiri lokacije na kojima se vršilo istraživanje: dvije plaže su u Splitsko-dalmatinskoj županiji (Zaglav na otoku Visu i gradska plaža Punta u Omišu), dok su druge dvije u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (plaža uz ušće rijeke Neretve, te plaža Saplnara na otoku Mljetu). Na svim lokacijama ukupno je obrađeno oko 1 tona otpada u moru. Procjenjuje se da je obrađeno oko 470 kg plastike (39.399 komada), oko 275 kg obrađenog drva (399 komada), oko 90 kg metala (414 komada – pretežito čepovi boca), oko 55 kg tekstila (384 komada), oko 25 kg gume (193 komada – pretežito obuća), oko 20 kg stakla i keramike (656 komada), te oko 5 kg papira (226 komada).

U sakupljenom otpadu iz mora najučestaliji pronađeni predmeti bili su komadići plastike i stiropora veličine od 2,5 – 50 cm, štapići za uši, te plastični čepovi svih namjena i opušci od cigareta. Opušci od cigareta inače na svjetskoj razini zauzimaju visoko mjesto na ljestvici kategorije otpada u moru, zabilježen je u malom broju na plažama Zaglav i Saplnara koje su udaljenije od kopna, nemaju toliki priliv turista i gdje većina otpada dopijeva morskim strujama. Za razliku od spomenute dvije plaže koje su udaljenije od kopna i nemaju toliku turističku namjenu, upravo zbog turističke namjene gradske plaže u Omišu i one u Kominu na ušću Neretve, opušci cigareta jedni su od najbrojnijih sakupljenih predmeta (42%, odnosno 15%), bez obzira na to što se u turističkoj sezoni redovito obavlja čišćenje.

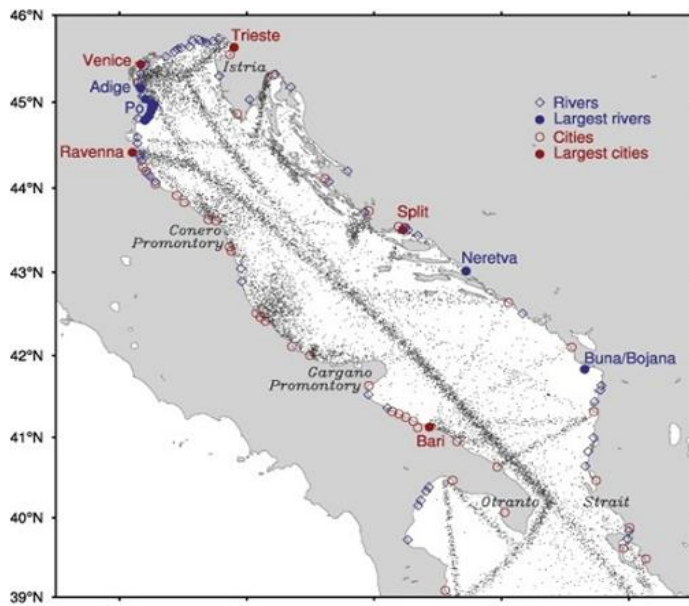
Također su provedena i praćenja stanja plutajućeg otpada u moru na lokacijama Brački kanal i u akvatoriju sjeverno od otoka Hvara. Praćenje stanja plutajućeg otpada provedeno je na ukupno 10 transekata (po 5 na svakoj lokaciji) korištenjem motorne jedrilice. Preko 90%

pronađenih predmeta bilo je plastičnog porijekla, slijede papirnati predmeti i oni od obrađenog drva.

U suradnji s ribarima i korištenjem ribarice (koće) provedena su i dva praćenja stanja otpada na morskom dnu (u akvatoriju sjeverozapadno od Hvara – 3 transekta), te u akvatoriju zapadno od Dubrovnika (3 transekta). Rezultati su pokazali da je čak 85% od ukupno prikupljenih predmeta bilo plastičnog porijekla, nakon čega slijede gume i tkanine sa po 5% (Tutman i sur., 2017).

Prezentacija IPA projekta *DeFishGear* i okrugli stol o morskom otpadu u Jadranu održao se i na otoku Lokrumu u rujnu 2016. godine, kad su prezentirani rezultati samog projekta od strane Instituta za oceanografiju i ribarstvo iz Splita i suradnika.

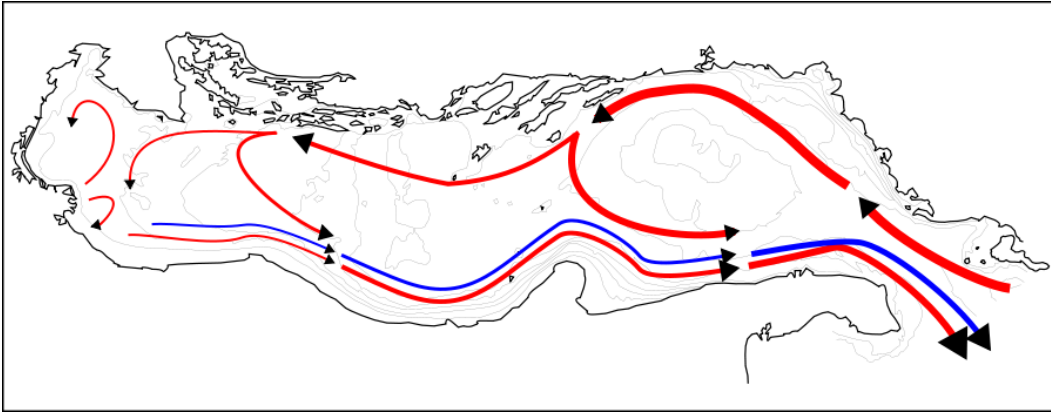
Nasljednik projekta *DeFishGear* smatra se projekt *“Smanjivanje i sprječavanje, integrirani pristup gospodarenju otpadom iz mora u Jadranu” (REducing and Preventing, an integrated Approach to Marine Litter Management in the Adriatic Sea) – ML-REPAIR*. Ciljevi projekta ML-REPAIR tiču se najviše podizanja ekološke svijesti i educiranje o problematici otpada iz mora, smanjivanjem otpada na morskom dnu aktivnim uključivanjem ribara u sam projekt, te praćenjem i uklanjanjem otpada s dna u odabranim lokacijama smještenima u Natura 2000 područjima. Svrha ovih aktivnosti je smanjivanje negativnog utjecaja otpada iz mora na gospodarske djelatnosti u morskim i obalnim područjima poput turizma i ribolova, te briga za održivo upravljanje i korištenje morskog okoliša i obalnog područja. Svi prikupljeni podaci mogu poslužiti kao izvor podataka za buduća istraživanja. Također, jedan od ciljeva projekta je i pozitivno utjecati na zakonodavstvo putem provođenja smjernica za integralno upravljanje obalnim zonama. Ribari izvrsno poznaju područja na kojima se aktivno bave ribolovom i stoga će biti uključeni u prikupljanje podataka s tih područja i biti će prvi korisnici eksperimentalnih i inovativnih alata poput aplikacija za mobilne uređaje koje pohranjuju podatke o zatečenom morskom otpadu.



Slika 2. Raspodjela plutajućeg morskog otpada u Jadranskom moru

(Izvor: www.defishgear.net)

Morske struje su odgovorne za kretanje predmeta svih veličina i na svim dubinama u morskome okolišu, tako i morskog otpada. U ovisnosti o sastavu i težini predmeta raspodjela u vodenom stupcu je drugačija, dok na primjer plastika zbog svog sastava i male težine pluta, metal koji je teži od plastike tone i akumulira se na dno. Čimbenici koji utječu na gibanje vodenih masa su zemljopisni položaj Jadranskog mora koje je „usječeno“ kopno, njegovu dužinu od 800 kilometara i širina koja prosječno iznosi 200 kilometara, te spoj uskih Otrantskih vrata, širine samo 72 kilometra, koja predstavljaju jedini spoj Jadrana s Mediteranom, u njemu gibanje vodenih masa rezultira ulaznim strujama od Otranta koje idu uz hrvatsku obalu prema sjevernom dijelu Jadrana, a izlazne struje idu uz talijansku obalu natrag do Otranta. Stoga najveći pritisak koji uzrokuje morski otpad očitava se upravo na južnom dijelu Jadrana, gdje je smješten i otok Lokrum na kojem je provedeno ovo istraživanje.



Slika 3. Smjer kretanja struja u Jadranu (Izvor: www.wikiwand.com)

1.3. Otok Lokrum

Otok Lokrum smješten je u južnom dijelu Jadrana u blizini Dubrovnika, točnije 0,5 nautičkih milja udaljenosti od Dubrovnika. Otok je nastao otapanjem ledenih pokrova, kad se razina mora podignula za 150 metara (Polšak, 1989). S obzirom na geografski položaj, nezaštićen je i izložen eroziji uzorkovanoj valovima uz nalete jakog južnog vjetrova „jugo“ i sjeverno zapadnjaka „maestral“. Smatra se da je upravo vjetar uzrok impresivnih vertikalnih izgleda stijena visine do 15 metara na južnoj i jugozapadnoj strani otoka (Belamarić i Šerman, 1989).

Otok Lokrum zaštićen je sukladno Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/2013, 115/18.) u kategoriji posebnog rezervata šumske vegetacije od 1948. te je jedno od tri najduže zaštićena područja prirode u Hrvatskoj. Sukladno Zakonu o zaštiti prirode, „posebni rezervat“ je „područje kopna i/ili mora od osobitog značenja zbog jedinstvenih, rijetkih ili reprezentativnih prirodnih vrijednosti, ili je ugroženo stanište ili stanište ugrožene divlje vrste, a prvenstveno je namijenjen očuvanju tih vrijednosti. U posebnom rezervatu nisu dopušteni zahvati i djelatnosti koje mogu narušiti svojstva zbog kojih je proglašen rezervatom. U posebnom rezervatu dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se održavaju ili poboljšavaju uvjeti važni za očuvanje svojstava zbog kojih je proglašen rezervatom.“

Sukladno Uredbi o ekološkoj mreži proglašena je ekološka mreža Republike Hrvatske te se kao područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS) navodi HR4000017 Lokrum za ukupno osam stanišnih tipova (Tablica 1) uključujući i pripadajući morski pojas od oko 150 metara.

Tablica 1. Područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS) (izvadak iz Uredbe o ekološkoj mreži, prilog III., dio 2.) izložena morskom otpadu

Šifra područja	Naziv područja	Stanišni tip	Natura šifra
HR 4000017	Lokrum	Naselja posidonije (<i>Posidonion oceanicae</i>)	1120*
		Grebeni	1170
		Stijene i strmci (klifovi) mediteranskih obala obrasli endemičnim vrstama <i>Limonium</i> spp.	1240
		Karbonatne stijene sa hazmofitskom vegetacijom	8210
		Preplavljene ili dijelom preplavljene morske špilje	8330

Cilj ovog istraživanja je zabilježiti vrste i količine morskog otpada na obali otoka Lokruma te definirati područja / mikrolokacije koje su najviše izložene otpadu na otoku Lokrumu. U posljednje vrijeme zabilježen je veći broj turista koji posjećuju sam otok, kao i veće količine otpada donesene morskim strujama iz susjednih država jadranske regije, skreće se pažnja na problematiku morskog otpada. Javna ustanova Rezervat Lokrum u okviru svoje redovite djelatnosti skrbi o održavanju površina otoka, pa tako i obale. Službe Rezervata Lokrum redovito prikupljaju morski otpad s dostupnih dijelova obale.

Obzirom da je morfologija stijena na otoku Lokrumu vrlo dinamična, za teško dostupne površine potrebno je povremeno angažirati istovremeno veći broj osoba. Stoga se svake godine organizira nekoliko internih akcija prikupljanja morskog otpada kao i akcije u suradnji s vanjskim suradnicima. JU Rezervat Lokrum je tijekom prošle tri godine uspostavila suradnju s institucijama zaštite prirode i stručnim udrugama radi provođenja zajedničkih aktivnosti u vezi morskog otpada na Lokrumu koje su se značajnim dijelom financirale iz vanjskih izvora (Grad Dubrovnik, IPA HR-CG, Interreg IT-HR). Projekti s temom morskog otpada osmišljeni su tako da uključuju istraživanja, prezentaciju predmetnih rezultata, kao i edukativne programe za različite ciljne skupine. Tako je JU Rezervat Lokrum sudjelovala i podržala provedbu sljedećih projekata:

1. *Neka plavo ostane plavo* – svrha ovog projekta je edukacija, uspostava praćenja stanja i uklanjanje morskog otpada u području podmorja otoka Lokruma. Nositelj projekta je Udruga Sunce iz Splita, dok je partner na projektu Rezervat Lokrum. Trajanje projekta bilo je od svibnja do lipnja 2016. godine.

2. *Cross Border Marine Natura 2000 Mapping, Monitoring and Management* – 4M project / Kartiranje, monitoring i upravljanje prekograničnom Natura 2000 mrežom na moru - 4M u

organizaciji Udruge Sunce iz Splita, te partnerskih ustanova: Zaštita prirode dubrovačko – neretvanske županije i Rezervata Lokrum. Projekt je trajao od srpnja 2015. do srpnja 2017. godine.

3. Projekt akronima ML-REPAIR financiran putem INTERREG Italija – Hrvatska CBC Programa 2014-2020. - Smanjivanje i sprječavanje, integrirani pristup gospodarenju otpadom iz mora u Jadranu (REducing and Preventing, an integrated Approach to Marine Litter Management in the Adriatic Sea); nositelj projekta Institut za oceanografiju i ribarstvo Split. Aktivnosti na Lokrumu su provedene tijekom 2018.

1.4. Primjeri aktivnosti prikupljanja otpada na obali i iz mora provedene na Lokrumu od 2016. do 2018.

U okviru gore navedenih projekata *Neka plavo ostane plavo* i 4M i u suradnji s Gradom Dubrovnikom kao dio akcije Plava čistka 2016. obavljena je opsežna akcija čišćenja podmorja i obale od morskog otpada 23.04.2016.g. u kojoj je sudjelovalo više od 50 osoba (Udruga Sunce, ronilački klubovi, studenti Sveučilišta u Dubrovniku - Odjel za akvakulturu, Javna ustanova Rezervat Lokrum, Grad Dubrovnik, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije). Ovoj akciji prethodila je višednevna interna akcija JU Rezervat Lokrum tijekom koje je prikupljan morski otpad na obali otoka.

Uz navedenu akciju, organizirane su još dvije akcije čišćenja obale: jedna u travnju 2017. godine i druga u rujnu 2018. godine.

1.5. Edukativni programi

JU Rezervat Lokrum u suradnji sa znanstvenim, visokoobrazovnim i stručnim institucijama i udrugama organizirala je niz edukativnih programa namijenjenih različitim ciljnim skupinama. Neki od edukativnih programa su nastali u suradnji s udrugom Sunce iz Splita, poput predavanja „Organizacija ronilačkog terenskog rada u zaštićenim područjima“.

1.6. Publikacije

U suradnji s visokoobrazovnim institucijama i stručnim udrugama objavljene su i radovi i publikacije u kojima se obrađuje tema otpada iz mora (Crnčević i Bratoš Cetinić 2016, Crnčević i sur. 2016.),



Slika 4. Otok Lokrum (Izvor: www.morski.hr)

2. MATERIJAL I METODE

Plava čistka je zajednička jednodnevna akcija čišćenja mora, podmorja i priobalja na cijeloj jadranskoj obali, dio je regionalnog projekta pod nazivom „Let’s do it Mediterranean“, u kojem ne sudjeluje samo Republika Hrvatska već sve zemlje mediteranske regije sa zajedničkim ciljem čistog Mediterana. Na hrvatskoj obali prvi put je organizirana 2014. godine, kao nadopuna „Zelene čistke“ koja se smatra najvećom volonterskom ekološkom akcijom.

Od prve akcije, svake godine se organiziraju obje čistke te je svake godine odaziv volontera sve veći, što bi značilo da se cilj akcije o podizanju ekološke svijesti građana polako, ali sigurno, ostvaruje. Po uzoru na ostatak Mediterana, i na otoku Lokrumu biva organizirana „Plava čistka“ simbolično na Dan planeta Zemlje 22.04.2017. godine, te dodatno i dana 25.04.2017. godine. Druga akcija tijekom koje su zabilježeni podaci u ovom radu odrađena je 15.09.2018. godine u sklopu „World cleanup day“ akcije na svjetskoj razini. U ove dvije akcije na obali otoka Lokruma sudjelovali su Javna ustanova Rezervat Lokrum, Grad Dubrovnik, Udruga DART i studenti Sveučilišta u Dubrovniku, Odjela za akvakulturu, te se odazvalo oko četrdeset volontera. Za trajanja ove akcije prikupljen je morski otpad naplavljen na obalu, zabilježeni su lokaliteti najviše izloženi morskom otpadu, vrste i količina otpada po pojedinom lokalitetu. U obrascu u kojem su se bilježile količine i vrste otpada navodi se 10 glavnih kategorija: plastična ambalaža, plastične boce, najlon, stiropor, staklo, staklene boce, drvo, metal, medicinski otpad i organski otpad.

Uzevši u obzir zahtjevan teren obale otoka Lokruma jedan od velikih problema bilo je samo prikupljanje otpada na stjenovitoj obali. Jednim dijelom zbog količine otpada koja je upala u pukotine u stijenama i teško je dostupna, te se „nataložila“ u pukotinama, dok s druge strane ne postoji preporučeni protokol za monitoring morskog otpada na stjenovitim obalama koje čine čitavu obalu otoka. Ukupna količina otpada na svakoj lokaciji zasebno se izvagala i u rezultatima je zabilježena masa otpada po lokaciji. Valja napomenuti da premda je sakupljena manja količina otpada izražena masom, sama masa otpada nužno ne odražava količinu prikupljenog otpada zato što se radi o većem volumenu otpada poput stiropora i ostalih oblika plastike koji su prisutni na svim lokacijama.



Slika 5. Teško dostupan teren na kojem se prikuplja otpad



Slika 6. Pronađeni medicinski otpad u travnju 2017. (Izvor: www.dulist.hr)



Slika 7. Vaganje prikupljenog morskog otpada u rujnu 2018.



Slika 8. Odbačeni ribarski alati na lokaciji Uvala Skalica (Izvor: www.dulist.hr)



Slika 9. Vaga korištena za vaganje prikupljenog morskog otpada

3. REZULTATI

Istraživanje i prikupljanje morskog otpada je prvobitno provedeno na tri lokacije tijekom travnja 2017. godine.

- Mrtvo more
- Područje od Mrtvog mora do Maslinika
- Uvala Skalica - pristanište

Na navedenim lokacijama pronađeno je najviše plastike, točnije polistirena, poznatijeg pod trgovačkim nazivom „stiropor“. Iz navedenih razloga ukupna težina prikupljenog otpada ne odražava ukupnu količinu prikupljenog otpada na svim lokacijama.

Što se tiče tipa otpada prikupljenog u akcijama najvišu poziciju očekivano zauzima plastika u obliku plastičnih boca, plastične ambalaže, stiropora i najlona koji su zabilježeni na svim postajama. Odmah iza plastike sljedi staklo u obliku staklenih boca, te kao građevinski materijal. Staklo nije jedini građevinski materijal zabilježen, već su tu i drvo i metal. Na obrascima bilježene su glavne kategorije morskog otpada koje su problematične na globalnoj razini (Galgani i sur., 2014), međutim zabilježena je i prisutnost otpada poput baterija, tkanine, odjeće i obuće, kozmetičkih proizvoda itd. Medicinski otpad donešen morskim strujama iz susjednih zemalja također predstavlja jedan od problema na otoku Lokrumu.

Na lokaciji pristanište Skalice zabilježene su odbačene ribarske mreže, koje predstavljaju veliki problem organizmima priobalnog područja koji se nerijetko zapetljaju u mreže i uginu.

Na svakoj od lokacija, uz sveprisutnu plastiku, zabilježeni su opušci, iako je pušenje na otoku Lokrumu zabranjeno, osim na pojedinim mikrolokacijama.

Ukupna količina otpada prikupljena u akciji 2017. godini iznosila je 63 kilograma, te je najveća kilaža zabilježena na lokaciji pristanište Skalice, gdje su odbačene ribarske mreže iznosile čak 35 kilograma.

Lokacije koje su definirane kao lokacije opterećene otpadom u 2017. su: pristanište Bočina, Bjele seke, Portoč, te speleološki objekti pod imenom Mala spila i Vela spila. U akciji organiziranoj 15.09.2018. preporučene lokacije uvrštene su u popis, osim speleoloških lokacija koje su teško dostupne volonterima. S obzirom da je akcija bila organizirana kao dio Zelene i Plave čistke, Javna ustanova Rezervat Lokrum nije snosila troškove zbrinjavanja i odvoza otpada već je isto organizirao Grad Dubrovnik i tvrtka Čistoća.



Slika 10. Lokacije na kojima je provedeno istraživanje na otoku Lokrumu; zelenom bojom označene lokacije dodane u čistki u rujnu 2018., dok su plavom bojom označene lokacije istraživane tijekom obje akcije Plava čistka (travanj 2017. i rujn 2018.). 1 – Područje od Mrtvog mora do Maslinika, 2- Uvala Skalica, 3- Uvala Bočina, 4- Bijele Seke, 5 – Portoč

Tablica 2. Prisutnost vrsta morskog otpada i njihova distribucija po lokacijama zabilježenim tijekom akcije Plava čistka u travnju 2017.

Datum terena	22.04.2017.	22.04.2017.	22.04.2017.
Lokacije	Mrtvo more	Područje od Mrtvog mora do Maslinika	Uvala Skalica
Vrste otpada			
plastične boce	+	+	+
plastična ambalaža	+	+	+
najlon	+	+	+
staklene boce	+	+	+
staklo	+	+	+
drvo	-	+	+
metal	+	+	+
medicinski otpad	-	+	+
organski otpad	-	+	+
stiropor	-	+	-
ribolovne mreže	-	+	+
opušci	+	+	+
masa (kg)	2	14,5	37,5
Ukupno (kg)			63

Tablica 3. Prisutnost vrsta morskog otpada i njihova distribucija po lokacijama zabilježenim tijekom akcije Plava čistka u rujnu 2018.

Datum terena	15.09.2018.	15.09.2018.	15.09.2018.
Lokacije	Mrtvo more	Područje od Mrtvog mora do Maslinika	Uvala Skalica
Vrste otpada			
plastične boce	+	+	+
plastična ambalaža	+	+	+
najlon	+	+	+
staklene boce	+	-	+
staklo	+	+	+
drvo	-	-	+
metal	+	+	+
medicinski otpad	-	-	-
organski otpad	-	+	+
stiropor	-	+	-
ribolovne mreže	-	-	+
opušci	+	+	+
masa (kg)	7	54	11
Ukupno (kg)			72

Tablica 4. Prisutnost vrsta morskog otpada i njihova distribucija po lokacijama zabilježenim tijekom akcije Plava čistka u rujnu 2018. koje nisu bile praćene u travnju 2017.

Datum terena	15.09.2018.	15.09.2018.	15.09.2018.
Lokacije	Uvala Bočina	Portoč	Bijele seke
Vrste otpada	+	+	+
plastične boce	+	+	+
plastična ambalaža	+	+	+
najlon	+	+	-
staklene boce	+	+	+
staklo	-	+	+
drvo	+	-	+
metal	-	-	+
medicinski otpad	+	-	-
organski otpad	+	+	+
stiropor	-	+	+
ribolovne mreže	-	+	+
opušci	+	+	+
masa (kg)	2	22	2
Ukupna masa (kg)			26

4. RASPRAVA

U travnju 2017. godine prikupljeno je sveukupno 63 kilograma otpada, dok je u rujnu 2018. prikupljeno 96 kilograma otpada. Vrste prikupljenog otpada su na svim lokacijama većinom iste. Na dubrovačkom području, tako i na otoku Lokrumu, fluktuacija broja turista povećava se za vrijeme trajanja turističke sezone na tom području s početkom u travnju i opadanjem broja turista u rujnu i listopadu. Jednim dijelom povećanje ukupnog prikupljenog otpada povezano je s početkom turističke sezone i naglim prilivom turista na sam otok.

Najopterećenije lokacije su lokacije izložene velikom broju turista koji za sobom ostavljaju otpad poput plastične ambalaže, staklenih boca i opušaka. S obzirom na zabranu pušenja i paljenja otvorene vatre na otoku, opušci su pronađeni na svim istraživanim lokacijama, bez obzira na zabrane i znakove koji upozoravaju posjetitelje na svakom dijelu otoka. Iako je glavni uzrok ovakvih rezultata antropogeni utjecaj, na otoku Lokrumu veliki utjecaj na raspodjelu morskog otpada imaju i morske struje koje donose otpad iz susjednih zemalja, posebice za vrijeme i poslije velikih meteoroloških nepogoda. Medicinski otpad na lokacijama na južnoj strani otoka na otok stiže morskim strujama.

U travnju 2017. zabilježeni su količinski manji rezultati u kilogramima, no veća raznolikost vrsta otpada za razliku od rujna 2018. gdje bilježimo veće količine otpada i manju raznolikost vrsta otpada. U rujnu 2018. ni na jednoj lokaciji nije zabilježen medicinski otpad, dok je u travnju 2017. zabilježen na čak četiri lokacije; mogući razlog je odsutnost loših vremenskih neprilika u ljetnim mjesecima koje strujama donesu navedenu vrstu otpada iz susjednih zemalja.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad dokazuje prisutnost više vrsta morskog otpada na obali zaštićenog rezervata otoka Lokruma. S obzirom na zabilježene količine morskog otpada i vrste otpada potrebno je uspostaviti stalno praćenje količina morskog otpada u akvatoriju otoka Lokruma kao i na obali. Samo prikupljanje otpada nakupljenog na obali otežava konfiguracija terena i nepristupačnost obale, što utječe na količine prikupljenog otpada.

Dvije akcije tijekom kojih su prikupljeni podaci analizirani u ovom radu (zelena i plava čistka u travnju 2017. i u rujnu 2018.) nisu jedine akcije čišćenja otpada na otoku Lokrumu organizirane u vremenskom razdoblju između te dvije akcije, što znači da je opterećenje morskim otpadom otoka Lokruma veće nego što je prikazano u ovom radu.

Kretanje morskog otpada morskim strujama u Jadranskom moru predstavlja najveći izvor otpada na obali otoka Lokruma. U zimske mjesece loše meteorološke prilike „donesu“ morskim strujama otpad, a u ljetnim mjesecima i posjetitelji ostavljaju otpad.

Zbog konfiguracije terena stjenovitih obala otoka Lokruma potrebno je osmisliti koncept monitoringa morskog otpada na stjenovitoj obali, koji u trenutku pisanja ovog rada još uvijek ne postoji.

6. LITERATURA

- Galgani F., Barnes D.K.A., Deudero S., Fossi M.C., Ghiglione J.F., Hema T., Jorissen F.J., Karapanagioti H.K., Katsanevakis S., Klasmeier J., von Moos N., Pedrotti M.L., Raddadi N., Sobral P., Zambianchi E. and F. Briand. 2014. : Executive Summary pp. 7 - 20 in CIESM Workshop Monograph n°46 [F. Briand, ed.] Marine litter in the Mediterranean and Black Seas, 180 p., CIESM Publisher, Monaco.
- Bond A. L., Provencher J. F., Elliot R. D., Ryan P. C., Rowe S., Jones I. L., Robertson G. J. & Wilhelm S. I., 2013. Ingestion of plastic marine debris by Common and Thick-billed Murres in the northwestern Atlantic from 1985 to 2012. *Marine Pollution Bulletin* 77, 192–5.
- Wright S. L., Thompson R. C., Galloway T. S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, 483–492.
- Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulain, P.-M., Artegiani, A., 2001. *Physical Oceanography of the Adriatic Sea: Past, Present and Future*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London
- UNEP, 2009. *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi: UNEP. 232 pp.
- Uredba o ekološkoj mreži Narodne novine 124/2013, 105/2015
- Zakon o zaštiti prirode Narodne novine 80/2013, 115/18
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom Narodne novine 94/2013, 73/2017
- Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama Narodne novine 144/2013, 73/2016
- Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima Narodne novine 88/2014
- Bakran – Petricoli, T. (2011): *Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU*. Zagreb
- Cozar i sur., 2015. “Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea“ *PLoS ONE* 10(4):e0121762
- Bakran-Petricoli, T., Petricoli, D., 2008. Habitats in submerged karst of Eastern Adriatic coast - Croatian natural heritage. *Croatian Medical Journal*, 49 (4), 455-458.
- Belamarić, J. & Šerman D., 1989: *Ekološka studija podmorja Lokruma*. Otok Lokrum, Ekološke monografije, Knjiga 1, Hrvatsko ekološko društvo, 361-412.
- Gottstein, S. 2010: *Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU*. Državni zavod za zaštitu prirode, 99 str.

- Orlić, M., Gačić, M., La Violette, P.E., 1992: The currents and circulation of the Adriatic Sea. *Oceanologica Acta*, 15, 109-124.
- Šerman, D., Špan, A., Pavletić, Z., Antolić, B. (1981). Phytobenthos of the Island of Lokrum. *Acta Botanica Croatica*, 40(1), 167-182
- Špan, A., Požar-Domac, A., Antolić, B. & Belamarić, J., 1989: Bentos litoralnog područja otoka Lokruma. *Otok Lokrum, Ekološke monografije, Knjiga 1, Hrvatsko ekološko društvo*, 329-360.
- „Početna procjena opterećenja i stanja morskog okoliša hrvatskog dijela Jadrana“ rujan 2012. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode
- Browne M. A. A., Niven S. J. J., Galloway T. S. S., Rowland S. J. J. & Thompson R. C. C., 2013. Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. *Current Biology* 23, 2388–2392.
- Nerland I. L., Halsband C., Allan I., Thomas K. V., 2014. Microplastics in marine environments: Occurrence, distribution and effects. Norwegian Institute for Water Research.
- Van Cauwenberghe L., Devriese L., Galgani F., Robbens J., Janssen C. R., 2015. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research* 111, 5-17
- Wright S. L., Thompson R. C., Galloway T. S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, 483–492.
- Tutman, Pero; Bojanić-Varezić, Dubravka; Prvan, Mosor; Božanić, Jakša; Nazlić, Marija; Šiljić, Jasna; Pavičić, Mišo Integrirano planiranje u cilju smanjivanja utjecaja otpada iz mora – projekt DeFishGear // *Tehnoeko*, 67 (2017), 1; 20-29
- Vlachogianni, Th., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, Ch., 2017. Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian Seas. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA. pp. 168

Online izvori:

<http://sunce-st.org/> (15.09.2018)

<http://www.defishgear.net> (20.08.2018.)

<http://www.wikiwand.com> (20.08.2018.)

<http://www.morski.hr> (20.08.2018.)

<https://www.google.com/maps/@42.6275426,18.1207484,1539m/data=!3m1!1e3>
(25.08.2018)

<https://www.dulist.hr/fotogalerija-studenti-i-volonteri-na-lokrumu-skupili-vise-od-150-kilograma-otpada/401178/> (15.09.2018)

http://whc.unesco.org/en/list/95/multiple=1&unique_number=103 (28.08.2018)

<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=28478> (20.08.2018.)

<http://www.lokrum.hr/blog/vijesti/plava-cistka-na-lokrumu/> (15.09.2018.)

<http://www.lokrum.hr/blog/vijesti/prezentacija-ipa-projekta-defishgear-i-okrugli-stol-o-morskom-otpadu/> (15.09.2018.)

http://www.mzoip.hr/doc/pocetna_procjena_stanja_i_pritisaka_na_morski_okolis_hrvatskog_dijela_jadrana.pdf (15.09.2018.)

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradila samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentorice doc. dr. sc. Marijane Pećarević.

Lucia Stipičević